

【特許請求の範囲】

【請求項1】 非直線抵抗体を避雷素子とする避雷器の漏れ電流測定と共に、系統電圧に重畳する高調波成分を抽出する避雷器の漏れ電流測定方法であって、避雷器の全漏れ電流を電流波形で検出し、前記電流波形をフーリエ変換して周波数次数別の電流高調波成分を抽出し、前記電流高調波成分を電流-電圧変換して系統電圧の高調波成分を周波数次数別に求めることを特徴とする避雷器の漏れ電流測定方法。

【請求項2】 非直線抵抗体を避雷素子とする避雷器の漏れ電流測定と共に、系統電圧に重畳する高調波成分を抽出する避雷器の漏れ電流測定装置であって、避雷器の全漏れ電流を電流波形で検出する電流検出手段と、前記電流波形から全漏れ電流の実効値又は波高値を求める全漏れ電流演算手段と、前記電流波形をフーリエ変換して周波数次数別の電流高調波成分を抽出するフーリエ変換手段と、前記電流高調波成分を電流-電圧変換して系統電圧の高調波成分を周波数次数別に求める電流-電圧変換手段と、前記全漏れ電流演算手段の演算結果及び電流-電圧変換手段の変換結果を出力する出力手段とを備えたことを特徴とする避雷器の漏れ電流測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、非直線抵抗体を避雷素子とした避雷器の漏れ電流測定方法及び装置に係り、特に全漏れ電流測定で高調波成分を抽出する方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】この種の避雷器は、酸化亜鉛を主成分とする非直線抵抗体等を系統の定格電圧に応じた枚数だけ積層した構造とされ、電力系統に接続されて雷サージ等から電力系統を保護する。

【0003】この種の避雷器の劣化や故障診断手段として、系統が運転中でも評価できる漏れ電流測定装置が設けられる。この漏れ電流測定装置は、避雷素子の劣化がその非直線性の低下として現れ、その結果として避雷器の漏れ電流が増加することを利用するもので、漏れ電流測定によって避雷素子の劣化の有無や度合いを検出し、さらに寿命を予測することができる。

【0004】非直線抵抗体を避雷素子とする避雷器の等価回路は、図2に示すように、抵抗とコンデンサの並列回路になり、その全漏れ電流 I は常規対地電圧において容量分電流 I_C と抵抗分電流 I_R の合成で表すことができる。

【0005】このことから、避雷器の漏れ電流測定には、全漏れ電流 $I (= I_C + I_R)$ を測定する方法と、抵抗分電流 I_R のみを測定する方法がある。全漏れ電流の

測定方法は、避雷器のアース側に設けた電流計や変流器を使用する。抵抗分電流の測定方法は、全漏れ電流測定の他に、変成器PD (PT) から得る系統の電圧検出信号を微分することで容量分電流 I_C を得、これをキャンセル分として全漏れ電流測定値 I から差し引くことで抵抗分電流 I_R を抽出する。

【0006】この抵抗分電流の測定装置は、例えば、図3に示すようになる。系統電圧が印加される系統線路1と接地間に避雷器2の他に、電圧検出用の変成器 (PD又はPT) 3を設ける。

【0007】避雷器2の全漏れ電流は、変流器 (CT) 4と、この変流器からの検出電流を電圧信号に変換及び増幅するアンプ5によって検出する。変成器3の検出電圧はアンプ6によって増幅し、この信号を微分回路7によって微分することにより位相を90度進めた容量性成分の電圧信号を得る。レベル調整回路8は、アンプ5からの検出電圧波高値に対する微分回路7からの検出電圧波高値 (容量性成分) を調整する。

【0008】差動アンプ9は、アンプ5に得る避雷器2の全漏れ電流 I の電圧信号とレベル調整回路8に得る避雷器2の容量分電流 I_C の電圧信号との差分演算により抵抗分電流 I_R の電圧信号を得る。この抵抗分電流 I_R は、表示器10に表示、さらには監視装置等に伝送する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】避雷器の漏れ電流は、常規対地電圧において、大部分が容量分電流であり、抵抗分電流はそれに比べてかなり小さい。このため、系統電圧に高調波成分が重畳している場合、全漏れ電流にも高調波電流が多く含まれて電流波形が大きく歪んでしまう。したがって、全漏れ電流 (実効値) のみの測定では、高調波成分の重畳が測定精度に大きく影響した場合、避雷器の劣化判定等に誤りを起こす恐れがある。

【0010】一方、抵抗分電流の測定方法では、全漏れ電流から容量分電流がキャンセルされるため、電圧高調波の影響を小さくすることができ、抵抗分電流値は100mA以下と小さく測定精度が問題となる。

【0011】また、この測定方法では、容量分電流をキャンセルする手段として、系統電圧を検出するための変成器等の設備が必要となり、高価な漏れ電流測定装置になる。

【0012】なお、避雷器が設置される位置に保護継電器用の変成器が設けられる場合、この変成器を容量分電流検出手段として利用することができるが、必ずしも避雷器の近傍に設置されているとは限らない。また、変成器が設置される位置からケーブルを延長して漏れ電流測定装置に入力することも考えられるが、大掛かりなケーブル敷設を必要とするし、漏れ電流に対する電圧位相のずれが予想される。

【0013】本発明の目的は、系統電圧測定手段を不要

にした全漏れ電流測定方式にしながら系統の高調波成分による影響を考慮した測定ができる漏れ電流測定方法及び装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するため、避雷器の全漏れ電流は大部分が容量分電流であり、全漏れ電流波形を微分したものは系統電圧波形にほぼ等しくなることに着目し、全漏れ電流波形をフーリエ変換することで周波数次数別の電流高調波成分を抽出し、さらに電流－電圧変換することで系統電圧の高調波成分を周波数次数別に求め、この高調波成分の抽出結果を避雷器の劣化判定等に利用できるようにしたものであり、以下に原理的に説明する。

$$I_c(t) = dV/dt$$

$$= \sum_{n=1}^N V_n \times n \times \omega \times \cos(n \times \omega \times t - \theta_{vn}) \times I_1 / V_1 \quad \dots\dots (1)$$

【0017】 $\omega : 2\pi f$

f : 基本周波数

V_n : 電圧 V の n 次高調波成分の波高値

θ_{vn} : 電圧 V の n 次高調波成分の位相

I_1 : 漏れ電流の波高値（基本波成分）

V_1 : 電圧波高値（基本波成分）

n : 周波数次数

上記の式から、容量分電流に含まれる n 次周波数成分の電流（電圧微分）波高値 I_{ncp} は、 n 次周波数成分の電圧波高値 V_{np} とは次式の関係になる。

【0018】

【0015】避雷器の全漏れ電流 I のうち、容量分電流 $I_c(t)$ は、印加される系統電圧 V を微分し、波高値の調整も含めると次式で表せる。

【0016】

【数1】

【数2】 $I_{ncp} = V_{np} \times n \quad \dots (2)$

この式の電流波高値 I_{ncp} 及び電圧波高値 V_{np} を避雷器の全漏れ電流に対する高調波含有率（％）にそれぞれ置き換えれば、次式の関係になる。

【0019】

【数3】 $I_n(\%) = V_n(\%) \times n \quad \dots (3)$

この関係を検証するため、実系統で測定した電圧波形及び全漏れ電流波形を基にして検討した結果を下記表1に示す。

【0020】

【表1】

周波数次数 n	高調波含有率（％）						
	第3	第5	第7	第9	第11	第13	第15
電圧 $V_n\%$	0.10	1.11	0.86	0.02	0.34	0.26	0.01
電圧 $V_n\% \times n$	0.29	5.56	2.53	0.16	3.72	3.35	0.21
漏れ電流 $I_n\%$	0.71	5.42	2.41	0.17	2.43	3.12	0.15

【0021】この表からも明らかなように、 $V_n(\%) \times n$ と $I_n(\%)$ は、良く一致している。なお、第3次高調波については誤差が大きくなるが、これは第3次高調波に対して避雷器のコンデンサ容量と抵抗値のインピーダンス比率が近くなり、抵抗分電流が増すためと考えられる。

【0022】以上のことから、本発明は、避雷器の全漏れ電流検出波形からフーリエ変換によって周波数次数別の電流波高値を求め、これを電流－電圧変換することで系統電圧に含まれる高調波成分を周波数次数別に求め、この高調波成分の抽出結果を避雷器の劣化判定等に利用できるようにしたものであり、以下の方法及び装置を特徴とする。

【0023】（第1の発明）非直線抵抗体を避雷素子とする避雷器の漏れ電流測定と共に、系統電圧に重畳する高調波成分を抽出する避雷器の漏れ電流測定方法であって、避雷器の全漏れ電流を電流波形で検出し、前記電流波形をフーリエ変換して周波数次数別の電流高調波成分を抽出し、前記電流高調波成分を電流－電圧変換して系統電圧の高調波成分を周波数次数別に求め、この高調波成分の抽出結果を避雷器の劣化判定等に利用できるようにしたものであり、以下の方法及び装置を特徴とする。

を抽出し、前記電流高調波成分を電流－電圧変換して系統電圧の高調波成分を周波数次数別に求めることを特徴とする避雷器の漏れ電流測定方法。

【0024】（第2の発明）非直線抵抗体を避雷素子とする避雷器の漏れ電流測定と共に、系統電圧に重畳する高調波成分を抽出する避雷器の漏れ電流測定装置であって、避雷器の全漏れ電流を電流波形で検出する電流検出手段と、前記電流波形から全漏れ電流の実効値又は波高値を求める全漏れ電流演算手段と、前記電流波形をフーリエ変換して周波数次数別の電流高調波成分を抽出するフーリエ変換手段と、前記電流高調波成分を電流－電圧変換して系統電圧の高調波成分を周波数次数別に求める電流－電圧変換手段と、前記全漏れ電流演算手段の演算結果及び電流－電圧変換手段の変換結果を出力する出力手段とを備えたことを特徴とする避雷器の漏れ電流測定装置。

【0025】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施形態を示す

装置構成図である。系統線路11と接地間に設けられる避雷器12には、変流器(またはシャント抵抗などの電流検出器)13が設けられ、避雷器12の全漏れ電流波形が検出される。

【0026】電流波形測定部14は、変流器13からの検出電流波形 I_L を必要に応じて増幅し、電圧波形 V_L に変換する。

【0027】全漏れ電流演算部15は、測定部14からの電圧波形 V_L から全漏れ電流の実効値 I_{rms} 及び波高値 I_p を演算で求める。これら値は、系統の基本周波数について求めるか、高調波成分も含めて求めるかを切り替えてできるものが好ましい。

【0028】フーリエ級数変換部16は、測定部14からの電圧波形 V_L を高速フーリエ変換し、全漏れ電流に含まれる周波数次数別の電流高調波含有率 I_n (%)を計算する。

【0029】電流-電圧変換部17は、フーリエ級数変換部16からの電流高調波含有率 I_n (%)を前記(3)式の関係から電圧高調波含有率 V_n (%) $\times n$ として求め、さらには電圧高調波含有率 V_n (%)を求める。

【0030】出力部18は、演算部15からの全漏れ電流の実効値 I_{rms} と波高値 I_p を取り込み、また変換部17からの電圧高調波含有率 V_n (%)や V_n (%) $\times n$ を取り込み、データの比較等を容易にするためには必要に応じて正規化演算等を行って出力する。

【0031】この出力は、出力部18に搭載するディスプレイ等に画面表示したり、有線又は無線通信手段で中央の監視装置等に伝送する。また、出力部18の出力には、全漏れ電流の実効値 I_{rms} 等を劣化判定基準値と比較を行う劣化度合い判定結果等を得る。

【0032】以上のように、本実施形態によれば、従来の系統電圧の測定手段を不要にし、避雷器の全漏れ電流

測定のみにより、系統電圧に高調波が重畳する場合にもその成分を抽出することができる。また、このデータを避雷器の劣化判定等の診断条件に含ませるなど、避雷器の漏れ電流測定結果が系統電圧の高調波成分により影響を受けているのか判断することが可能になる。

【0033】なお、実施形態における演算要素14~18は、一部又は全部をアナログ回路構成又はコンピュータを利用したデジタル演算処理により実現される。

【0034】

【発明の効果】以上のとおり、本発明によれば、避雷器の全漏れ電流を検出し、この電流波形をフーリエ変換することで周波数次数別の電流高調波成分を抽出し、さらに電流-電圧変換することで系統電圧の高調波成分を周波数次数別に求めるようにしたため、系統電圧測定手段を不要にした全漏れ電流測定のみによって系統の高調波成分による影響を考慮した測定ができ、避雷器の劣化判定誤り等を無くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を示す避雷器の漏れ電流測定装置構成図。

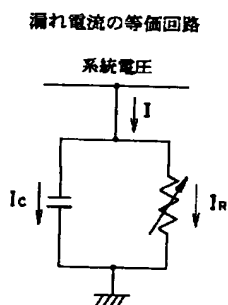
【図2】避雷器の漏れ電流を説明するための等価回路図。

【図3】従来の避雷器の漏れ電流測定装置構成図。

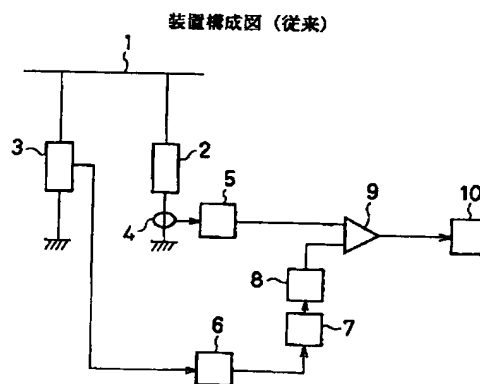
【符号の説明】

- 1、11…系統線路
- 2、12…避雷器
- 13…変流器
- 14…電流波形測定部
- 15…全漏れ電流演算部
- 16…フーリエ変換部
- 17…電流-電圧変換部
- 18…出力部

【図2】

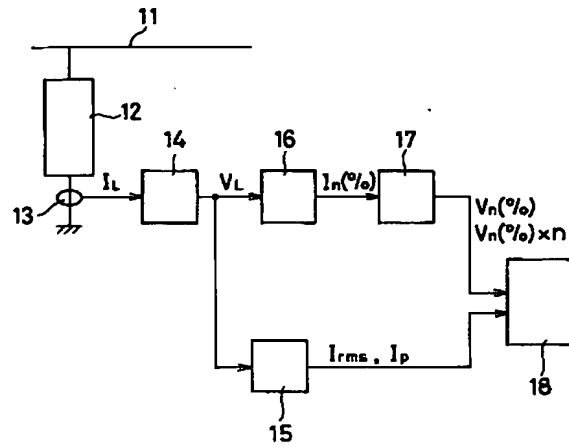


【図3】



【図1】

装置構成図（実施形態）



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 秀人
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会
社明電舎内

(72)発明者 澤田 敦志
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会
社明電舎内
Fターム(参考) 2G015 AA00 CA21

THIS PAGE BLANK (USPTO)



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000321318 A

(43) Date of publication of application: 24.11.2000

(51) Int. Cl. G01R 31/12

G01R 23/20, H01T 4/08, H01T 15/00

(21) Application number: 11129706

(22) Date of filing: 11.05.1999

(71) Applicant: CHUBU ELECTRIC POWER CO
INC

MEIDENSHA CORP

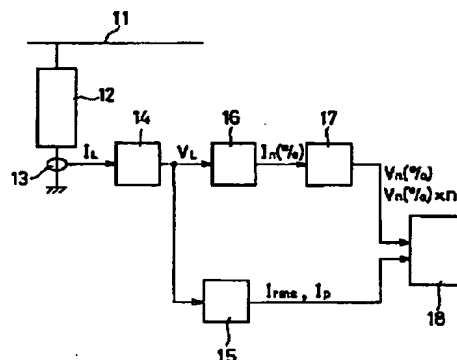
(72) Inventor: UEDA TOSHIKI
WATANABE HIDETO
SAWADA ATSUSHI**(54) METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING
LEAKED CURRENT FOR ARRESTER****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and an apparatus for measuring the leaked current, capable of executing the measurement while considering the influence by the higher harmonic component of a system by application of an overall leaked current measurement method capable of dispensing with a system voltage measuring means.

SOLUTION: A current waveform measuring part 14 determines the overall leaked current waveform of an arrester 12 obtained from a current transformer 13, as the voltage waveform, an overall leaked current operating part 15 determines an effective value or a crest value of the overall leaked current on the basis of the voltage waveform, a Fourier transforming part 16 executes the Fourier transform of the voltage waveform to extract the current high harmonic component for every frequency degree, a current-voltage transforming part

17 transforms the current high harmonic component into the voltage to determine the high harmonic component of system voltage for every frequency degree, and an output part 18 outputs the result of the operation by the overall leaked current operating part and the result of the transformation by the current-voltage transforming part.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Docket # 2003P1735

Applic. # _____

Applicant: H. Schillert, et al.

Lerner Greenberg Sterner LLP

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101